

Die dielektrischen Verluste als zusätzliches Alterungskriterium künstlich gealterter Isolieröle

Autor(en): **Schober, J.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins : gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)**

Band (Jahr): **62 (1971)**

Heft 25

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-915886>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die dielektrischen Verluste als zusätzliches Alterungskriterium künstlich gealterter Isolieröle

Von J. Schober, Baden

621.315.615.2

1. Einleitung

Der noch immer sichtbare Trend zu höheren Übertragungsspannungen hat im Inneren der Hochspannungsgeräte zu Feldstärken geführt, die Isolationsdicken erforderlich machen, bei denen wegen der schlechten Wärmeleitfähigkeit bei ungünstiger Beschaffenheit der Isolation die dielektrische Erwärmung immer stärker ins Gewicht fällt. Sie wird um so grösser, je höher die Feldstärke ist, mit der die Isolation beaufschlagt wird und je höher die dielektrischen Verluste im Inneren der Isolation sind.

Die Höhe der dielektrischen Verluste ölprägnierter Isolationssysteme wird in erster Linie von den dielektrischen Verlusten des Imprägnieröles bestimmt. Hohe Verluste des Imprägnieröles ziehen daher hohe Verluste der Festisolation und damit eine beschleunigte Alterung des Isolieröles mit seinen Folgen bis zu einem eventuellen Wärmedurchschlag nach sich. Die als $\text{tg } \delta$ gemessenen dielektrischen Verluste eines im Betrieb gealterten Isolieröles stellen demzufolge ein Kriterium seines Betriebszustandes dar, über dessen Bedeutung heute sicher keine Zweifel mehr bestehen.

Gewisse Meinungsverschiedenheiten bestehen jedoch darüber, ob und inwieweit die an vielen Betriebsölen gemessenen hohen dielektrischen Verluste an die Qualität des Öles selbst gebunden sind. Vielfach wird die Ansicht vertreten, dass sie auf ölfremde, aus dem Konstruktionsmaterial des Transformators herausgelöste oder auf anderem Wege in das Öl gelangte Verunreinigungen zurückzuführen seien. Die über diesen Punkt herrschende Unklarheit hat dazu geführt, dass die Höhe der dielektrischen Verluste eines nach der CEI-Methode gemäss CEI-Publikation Nr. 74 künstlich gealterten Öles in der 1969 als CEI-Publikation Nr. 196 veröffentlichten Spezifikation für neue Isolieröle vorläufig nicht als zusätzliches Alterungsmerkmal aufgenommen wurde.

Die nachfolgende kurze Literaturübersicht sowie die Auswertung eigener Versuchsergebnisse sollen zeigen, dass diese Ansicht zumindest angreifbar ist und erklären, warum das Schweizerische Elektrotechnische Komitee die oben erwähnte CEI-Spezifikation zwar als verbindlich übernommen, jedoch u. a. durch die Angabe der höchstzulässigen Verlustwerte für ein künstlich gealtertes Öl erweitert hat (siehe SEV 3163.1971).

2. Literaturübersicht

In der Literatur findet man Angaben, die sich auf den ersten Blick zu widersprechen scheinen. So glauben *Whitehead* und *Maurits* eine Abhängigkeit zwischen Neutralisationszahl und $\text{tg } \delta$ gefunden zu haben [1]¹⁾, während *Maurer* und *Wörner* [2] einen Zusammenhang zwischen der Intensität der bei der Wellenzahl 1710 cm^{-1} gemessenen Absorption im Infrarotbereich sehen. Diese Aussage wird unterstützt durch die Beob-

achtungen von *Rost* [3] sowie *Melchiorre* und *Mills* [4; 5], die eine Abhängigkeit der dielektrischen Verluste vom Gehalt an Carbonylgruppen im Öl gefunden haben. Auch *Salomon* [6] kommt zu ähnlichen Ergebnissen, wobei sich die von ihm gefundenen Zusammenhänge jedoch nur auf die erste Periode der Ölalterung beschränken.

Künzli [7] fand bei künstlich gealterten Ölen zwar auch noch eine gewisse Abhängigkeit zwischen chemischen und elektrischen Kennwerten, er zeigte jedoch, dass dieser Zusammenhang bei im Betrieb gealterten Ölen nicht mehr erkennbar ist. Zum gleichen Schluss kommen auch *Müller* und *Wörner* [8] aufgrund ihrer Untersuchungen an Versuchstransformatoren.

Das bis hier etwas verworrene Bild scheint jedoch klarer zu werden, wenn man sich die Erkenntnis zu eigen macht, dass im Öl gelöste Metallverbindungen die dielektrischen Verluste ausserordentlich stark zu beeinflussen vermögen [4; 5; 9]. *Künzli* zeigte diesen Einfluss in sehr eindrücklicher Weise, indem er einem im Betrieb gealterten Öl mittels Ionenaustauscher die gelösten Metalle entzog, ohne dass die Konzentration der im Infrarotspektrum nachgewiesenen Sauerstoffverbindungen dadurch wesentlich geändert wurde. Er wies nach, dass mit dem Entzug der Metalle die dielektrischen Verluste auf Werte eines neuen Öles gesenkt werden konnten, während die übrigen chemischen Daten gleich blieben [10]. In der gleichen Arbeit wurde auch festgestellt, dass Natrium- und Eisensalze die dielektrischen Verluste offenbar stärker in die Höhe treiben als Kupfersalze.

Mit dieser Erkenntnis wird nun vermutlich die Brücke zu der von vielen Fachleuten auch heute noch vertretenen Meinung geschlagen, dass die in Betriebsölen gemessenen dielektrischen Verluste von der Qualität des eingesetzten Öles unabhängig und auf von aussen her in das Öl gelangte Verunreinigungen zurückzuführen seien. In sehr vielen Fällen konnten nämlich in Ölen mit hohen dielektrischen Verlusten Natrium- oder andere Metallseifen gefunden werden, deren Herkunft mit einem Herauslösen von Metallverbindungen aus der Blechisolation (Natriumwasserglas) oder Anstrichmitteln erklärt wurde. Dabei wurde jedoch übersehen, dass nicht die herausgelösten Metallverbindungen selbst, sondern erst die Sekundärprodukte einer Reaktion zwischen Metallsalzen oder -oxiden und den Ölalterungsstoffen zur Erhöhung der dielektrischen Verluste führten. Das setzte jedoch voraus, dass das verwendete Öl Oxidationsprodukte enthält, die zu derartigen Verbindungen führen. Eine in diese Richtung gehende Vermutung wurde bereits von *Salomon* [6] geäussert, indem er die Ansicht vertrat, dass ölfremde Verunreinigungen oft erst in Verbindung mit den Oxidationsprodukten des Öles zu erhöhten dielektrischen Verlusten führen.

Berücksichtigt man nun noch, dass sich die dielektrischen Verluste von Ölen während der Alterung durch das Raffinationsverfahren, nach dem das Öl hergestellt wird [11; 12; 13],

¹⁾ Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.

Code Nr.	Anzahl der geprüften Öle	Kenndaten der untersuchten Öle vor und nach der CEI-Alterung						
			tg δ bei 90°C %		Grenzflächenspannung dyn/cm		Neutralisationszahl mg KOH/g	
			vor Alterung	nach Alterung	vor Alterung	nach Alterung	vor Alterung	nach Alterung
1.1	22	Minimum	0,10	0,8	34,0	13,0	<0,01	0,02
		Maximum	1,60	7,0	48,0	27,3	0,02	0,60
		Mittelwert	0,42	2,0	39,8	22,0	<0,02	0,09
1.2	31	Minimum	0,18	1,3	33,2	16,1	<0,01	0,05
		Maximum	1,36	5,1	42,9	23,3	0,01	0,20
		Mittelwert	0,65	2,9	38,1	18,9	<0,01	0,10
2.1	38	Minimum	0,10	4,7	41,2	11,8	<0,01	0,06
		Maximum	0,60	24,7	49,8	19,6	0,02	0,27
		Mittelwert	0,26	12,0	45,3	14,8	<0,01	0,15
2.2	10	Minimum	0,10	3,2	42,3	9,3	<0,01	0,10
		Maximum	0,74	16,4	50,5	18,3	0,02	1,24
		Mittelwert	0,30	9,4	46,0	13,6	0,01	0,30
3.1	14	Minimum	0,05	1,6	41,0	13,8	<0,01	0,15
		Maximum	0,43	4,4	46,9	17,3	0,01	0,36
		Mittelwert	0,17	2,7	44,1	15,6	<0,01	0,22
4.1	5	Minimum	0,22	5,7	37,6	13,9	<0,01	0,34
		Maximum	0,44	9,1	42,0	16,5	<0,01	0,36
		Mittelwert	0,32	6,8	38,8	16,0	<0,01	0,35
5.1	7	Minimum	0,15	2,1	41,8	14,6	<0,01	0,18
		Maximum	0,47	3,4	45,5	17,4	<0,01	0,40
		Mittelwert	0,31	2,7	43,9	16,1	<0,01	0,24
6.1	10	Minimum	0,21	5,0	32,1	13,1	<0,01	0,16
		Maximum	1,14	39,3	43,5	15,9	0,01	0,33
		Mittelwert	0,52	17,2	40,1	14,3	<0,01	0,25
7.1	4	Minimum	0,14	1,6	43,2	13,3	<0,01	0,16
		Maximum	0,31	2,7	50,8	18,7	0,01	0,20
		Mittelwert	0,24	2,3	49,2	16,8	0,01	0,19

beeinflussen lassen, dann drängt sich einfach der Schluss auf, dass die Entwicklung solcher Verluste eng mit der Qualität des Öles verbunden ist. Wäre dies nicht der Fall, dann dürften auch die Massnahmen zum Schutze eines Öles gegen Oxidation durch Abschluss des Transformators oder durch Inhibierung des Öles keinen Einfluss auf die Entwicklung der dielektrischen Verluste während des Betriebes haben. Ein solcher Einfluss ist aber, wie von *Gänger* [14] und anderen Autoren [15; 16] gezeigt wurde, durchaus nachweisbar. Auch die von *Wilputte* [17] veröffentlichten Daten lassen sich in dieser Weise interpretieren.

Es spricht also alles dafür, dass die sich im Betrieb einstellenden, oft sehr hohen dielektrischen Verluste zwar unter Umständen mit aus den Baumaterialien des Transformators herausgelösten ölfremden Verunreinigungen zusammenhängen können, die Dispositionen zur Bildung dielektrisch aktiver organischer Verbindungen jedoch im Öl selbst begründet liegen.

Dass die Verlustfaktoren bei der Alterungsprüfung verschiedener Öle recht unterschiedlich und teilweise unzulässig hohe Werte aufweisen können, darauf wurde bereits von *Rey* und *Erhart* hingewiesen [18]. Die nachfolgende Zusammenstellung (bei der Eingangskontrolle von ca. 160 Isolierölen erhaltene Werte) soll zeigen, dass diese Unterschiede nicht zufälliger Natur, sondern als echtes Qualitätsmerkmal für das Geprüfte aufzufassen sind.

3. Ergebnis der in den Jahren 1960 bis 1969 an Neuölen durchgeführten Alterungsversuche

In Tabelle I und Fig. 1 sind die Ergebnisse der im Laufe von neun Jahren an Neuölen durchgeführten Eingangskontrollen

summarisch wiedergegeben. Es handelt sich dabei um handelsübliche Markenöle, wobei sich die Anlieferung aller Ölqualitäten über den gesamten betrachteten Zeitraum erstreckte.

Im einzelnen lassen sich aus den erhaltenen Ergebnissen folgende Schlussfolgerungen ableiten:

a) Bei bestimmten Öltypen ist die Tendenz zu erhöhten dielektrischen Verlusten nach der CEI-Alterung stark ausgeprägt. Sie dürfen als Qualitätsmerkmal für das entsprechende Öl betrachtet werden. Daran ändert auch die Tatsache nichts, dass der Streubereich der gemessenen Werte für die Öle 2.1 und 2.2 sowie der Öle 6.1 sehr gross ist.

Im Falle der Öle 2.1 und 2.2 ist diese Streuung darauf zurückzuführen, dass das Total aller Messwerte aus verschiedenen Grundgesamtheiten stammt. Diese Tatsache ist unmittelbar aus den in chronologischer Reihenfolge zusammengestellten Werten (Fig. 2) abzulesen. Hier ist zwischen zwei Perioden «guter» Lieferung deutlich eine Periode zu erkennen, in der nach der Alterung der Öle stark gehäuft auffallend hohe dielektrische Verluste gemessen wurden. Sie deuten auf eine Veränderung irgendwelcher Herstellungsbedingungen hin (anderes Rohöl, veränderte Raffinationsbedingungen o. ä.).

Die grosse Streuung der Öle 6.1 ist darauf zurückzuführen, dass es sich zwar um Öle gleicher Bezeichnung, aber verschiedener Provenienz und mit verschiedener Vorgeschichte handelte.

b) Die nach der Alterung gemessenen dielektrischen Verluste sind von den entsprechenden Werten der Öle im Anlieferungszustand weitgehend unabhängig. Das geht z. B. aus einem Vergleich der Öle 2.1 und 2.2 mit den Ölen 1.1 und 1.2 hervor.

4. Zusammenhang zwischen dem Betriebsverhalten von Isolierölen und ihrem aus Laborversuchen ermittelten Alterungsverhalten

Der Nachweis einer Korrelation zwischen dem Verhalten eines Isolieröles im Laborversuch und seinem Betriebsverhalten hinsichtlich der dielektrischen Verluste ist sehr schwierig. Dafür gibt es folgende Gründe:

Öl	Werte der Öle vor der Alterung			Werte der Öle nach der Alterung		
	tg δ bei 90°C %	Grenzfl.-spannung dyn/cm	Neutralisationszahl mg KOH/g	tg δ bei 90°C %	Grenzfl.-spannung dyn/cm	Neutralisationszahl mg KOH/g
1.3	0,60	41,2	0,02	16,2	16,4	0,77
1.4	0,17	46,2	0,01	41,2	12,5	0,33
1.5	2,20	30,8	0,01	14,6	15,3	0,25
	3,60	37,8	0,06	4,6	17,9	0,27
1.6	0,21	34,5	0,02	22,8	14,5	0,13
	0,24	41,2	0,02	17,2	15,2	0,18
1.8	0,29	46,4	0,01	32,7	14,1	0,28
2.3	0,14	44,5	0,01	17,4	7,0	0,59
2.4	0,17	44,7	0,01	14,1	8,3	0,72
2.5	1,10	38,2	0,01	11,1	15,5	0,32
	0,93	30,4	0,01	32,3	10,3	0,47
2.6	0,32	46,2	0,01	77,7	7,0	11,5
	0,54	43,1	0,01	69,7	8,7	8,2
2.7	0,25	40,3	0,01	260,0	8,1	13,8
	3,7	43,2	0,02	19,1	10,3	0,41
4.2	0,71	39,3	0,01	6,2	14,5	0,32
4.3	0,29	42,4	0,01	22,2	13,6	0,42
	0,41	43,8	0,01	35,5	16,0	0,31
8.1	0,57	41,8	0,01	41,8	10,4	0,43
9.1	0,90	47,9	0,01	27,9	8,2	0,45

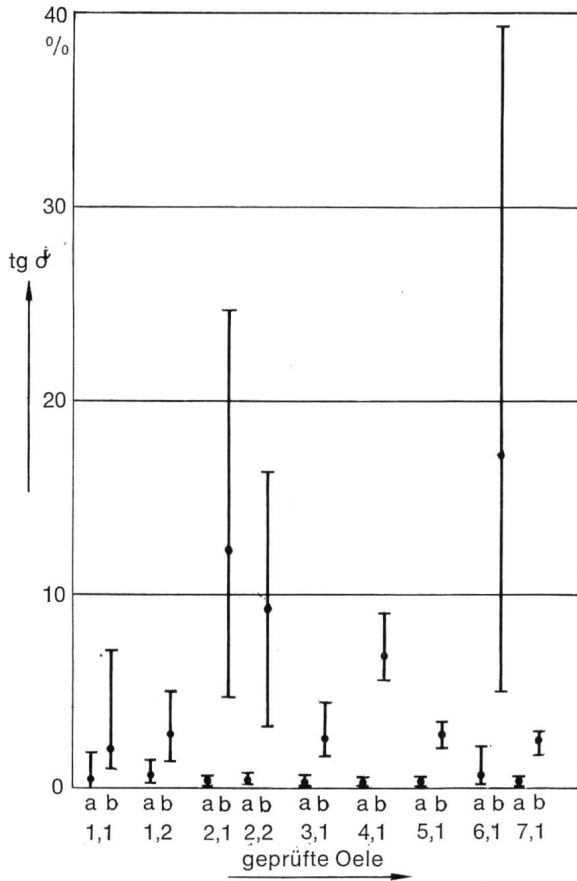


Fig. 1

Dielektrische Verluste verschiedener Isolierölqualitäten vor und nach der Alterungsprüfung gemäss CEI-Publikation Nr. 74

a Bereich der im Anlieferungszustand gemessenen Verlustfaktoren
b Bereich der nach der künstlichen Alterung gemessenen Verlustfaktoren.

a) Die Messung der dielektrischen Verluste als zusätzliches Kriterium zur Beurteilung künstlich gealterter Öle wurde zumindest im Labor des Verfassers zu einem Zeitpunkt eingeführt, als es schon eine ausreichende Auswahl an Isolierölen auf dem Markt gab, die den heute üblichen Qualitätsvorstellungen bereits entsprachen und die dann natürlich auch soweit als möglich verwendet wurden, so dass der Vergleich mit den «schlechten» Ölen fehlt.

b) Der Alterungsverlauf eines Isolieröles unter Betriebsbedingungen ist so vielen unterschiedlichen Parametern unterworfen, dass ein direkter Vergleich verschiedener Öle nur in sehr seltenen Fällen möglich ist.

Ein gewisser Hinweis auf das Vorhandensein einer solchen Korrelation wurde von *Liepstein* und *Stern* [19] gegeben. Sie verglichen die Ergebnisse von Laborversuchen mit den Resultaten, die bei Einsatz der geprüften Öle in Versuchstransformatoren erhalten wurden, und fanden eine recht gute Übereinstimmung der Tendenzen. Dazu muss allerdings einschränkend bemerkt werden, dass die dabei verwendete Labormethode zur Prüfung der Oxidationsstabilität der

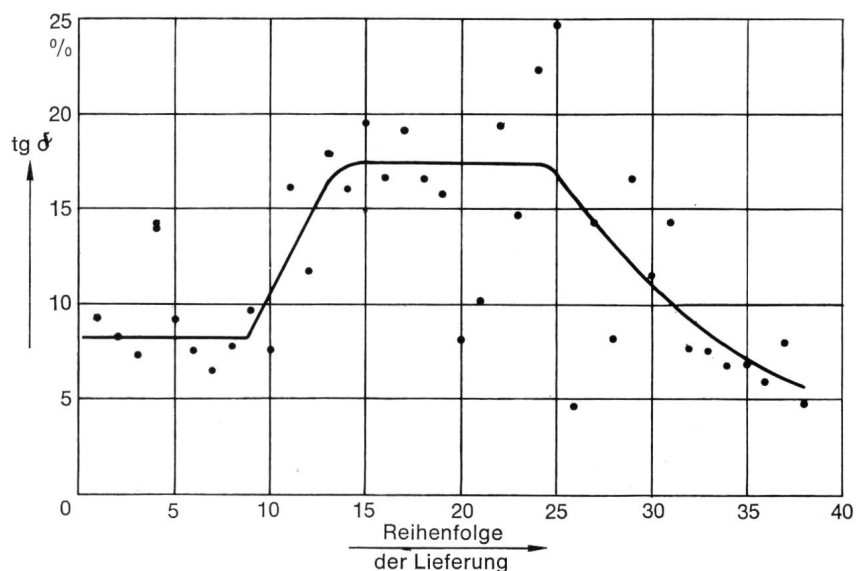


Fig. 2

Qualitätsentwicklung eines Öles im Laufe von 6 Jahren gemessen an der Höhe der dielektrischen Verluste der nach CEI-Publikation N. 74 gealterten Ölmuster

untersuchten Öle nicht der heute üblichen CEI-Methode entsprach.

Wesentlich eindrucksvoller sind hingegen die von *Hartmann* veröffentlichten Resultate über das Betriebsverhalten von Isolierölen [20]. Bei näherer Prüfung seiner Ergebnisse hat sich nämlich herausgestellt, dass viele Öle in Transformatoren wegen zu hoher dielektrischer Verluste des Öles regeneriert werden mussten. Das in Tabelle II unter der Nummer 2.7 aufgeführte Öl, dessen Kennwerte nach der künstlichen Alterung eine deutliche Tendenz zu höheren Verlusten erkennen lässt, ist eines davon. Andere, in der Auswertung berücksichtigte, mit besserem Öl gefüllte Transformatoren zeigten bisher ein wesentlich besseres Verhalten. Dies unterstützt die Annahme, dass die Neigung zu höheren dielektrischen Verlusten an die Qualität des Öles gebunden ist, wobei diese Tendenz durch Vorhandensein von Verunreinigungen noch erheblich verstärkt werden kann.

5. Zusammenfassung

Während eine Korrelation zwischen den üblicherweise gemessenen chemischen Daten und den dielektrischen Verlusten unter Betriebsbedingungen gealterter Öle nicht besteht, konnte ein deutlicher Zusammenhang zwischen dielektrischen Verlusten und dem Gehalt an Metallverbindungen im Öl nachgewiesen werden. Die Tendenz, bei Alterung zu höheren Verlusten zu neigen, ist also zumindest teilweise vom Vermögen des Öles abhängig, solche Metallverbindungen zu bilden und damit von seiner Qualität abhängig. Diese Tendenz ist bereits bei der künstlichen Alterung eines zu prüfenden Öles stark ausgeprägt, so dass der bei 90 °C nach der Alterungsprüfung gemessene Verlustfaktor ein echtes Qualitätsmerkmal darstellt.

Der Nachweis für die Übertragbarkeit der bei der künstlichen Alterungsprüfung gewonnenen Ergebnisse auf das praktische Betriebsverhalten ist wegen der vielen Fremdeinflüsse, die auf die dielektrischen Verluste eines Betriebsöles einwirken, nur durch ausgedehnte statistische Untersuchungen zu erbringen. Die wenigen, dem Verfasser bisher zugänglichen Daten von Betriebsölen, deren dielektrisches Verhalten auch bei der künstlichen Alterungsprüfung bekannt ist, scheinen eine solche Übertragbarkeit jedoch zu bestätigen. Aus diesem Grunde wird die Bestimmung der dielektrischen Verluste künstlich gealterter Isolieröle für die Beschreibung des mutmasslichen Betriebsverhaltens dieses Öles als unerlässlich betrachtet.

Literatur

- 1] J. B. Whitehead and F. E. Mauritz: Oxidation in insulating oil. *Electr. Engng.* 56(1937)4, p. 465...474.
- 2] L. Maurer und T. Wörner: Untersuchungen an Betriebsölen aus Wandlertransformatoren für 220 kV. *ETZ-A* 77(1956)24, S. 885...888.

- 3] R. Rost: Dielektrische Untersuchungen an Alterungsprodukten von gebrauchten Isolierölen. *Erdöl und Kohle* 16(1963)8, S. 850...856.
- 4] J. J. Melchiorre and I. W. Mills: Take a close look at insulating oils. *Power* 112(1968)8, p. 70...72.
- 5] J. J. Melchiorre and I. W. Mills: Factors affecting stability of electrical insulating oils. *Trans. IEEE EI* 2(1967)3, p. 150...155.
- 6] T. Salomon: Correlation between dielectric loss and chemical stability of mineral oils. Paper presented at the symposium on liquid dielectrics of the Electrochemical Society, Philadelphia, May 1959. Paris, Institut Français du Pétrole, Division Applications, Réf. Nr. 3562, September 1959.
- 7] M. Künzli: Zur Prüfung und Bewertung neuer Transformatorenöle. *Brown Boveri Mitt.* 49(1962)11/12, S. 610...621.
- 8] R. Müller und T. Wörner: Untersuchungen über die Alterungsbeständigkeit von Transformatorenölen, abhängig von ihrer Konstitution. *ETZ-A* 80(1959)18, S. 623...628.
- 9] R. A. Liepstein und E. N. Stern: Die Ursache für die dielektrischen Verluste in Mineral- und Transformatorenöl bei einer Frequenz von 50 Hz. *Inzenerno Fiziceskij Zurnal* 3(1960)2, S. 101...104 (= russ.)
- 10] M. Künzli: Über die Zusammensetzung, das Alterungsverhalten und die Inhibierung von Isolierölen. Dissertation Nr. 3980, ETH Zürich, 1967.
- 11] T. M. Dshuwarly und C. A. Mucharska: Untersuchung der dielektrischen Eigenschaften und der Stabilität von Transformatorenölen. *Električestvo* -(1961)3, S. 83...86 (= russ.)
- 12] K. Potthoff: Dielektrische Verluste von Transformatorenölen. *ETZ-A* 78(1957)24, S. 881...883.
- 13] J. C. Balsbaugh, A. H. Howell and A. G. Assaf: Electrical insulating oil deterioration. Chemical and electrical tests. *Industrial and Engineering Chemistry* 32(1940)11, p. 1497...1510.
- 14] B. Gänger: Kontrolle der Isolierölalterung und Pflege des Öles von Hochspannungstransformatoren und Messwandlern. *ETZ-A* 84(1963)24, S. 800...803.
- 15] W. Weber und K. Wolff: Massnahmen eines guten Zustandes der Ölfüllung von Verteiltransformatoren. *Brown Boveri Mitt.* 52(1965)11/12, S. 916...921.
- 16] T. E. Reamer and R. G. Larsen: Advantages of an inhibited transformer oil. *ASTM Bulletin* -(1947)149, p. 58...65.
- 17] R. Wilputte: Evolution des caractéristiques des huiles isolantes en service. *Rapport CIGRE* No. 125, 1966.
- 18] E. Rey und L. Erhart: Die Beurteilung von inhibierten und nichtinhibierten Isolierölen für Hochspannungs-Transformatoren und Messwandler. *Bull. SEV* 52(1961)11, S. 401...413.
- 19] R. A. Liepstein und E. N. Stern: Verfahren zur Bestimmung der Neigung von Ölen zur Erhöhung des Tangens des dielektrischen Verlustwinkels bei Alterung. *Elektrotechnika* 34(1963)12, S. 19...22 (= russ.)
- 20] H. Hartmann: Betriebserfahrungen mit Isolierölen in Transformatoren und Messwandlern. *Bull. SEV* 62(1971)25.

Adresse des Autors:

J. Schober, Chemiker, AG. Brown, Boveri & Cie., 5401 Baden.

Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

Sitzungen des CE 40, Condensateurs et résistances pour équipements électroniques, vom 3. bis 8. September 1971 in Leningrad

Die Sitzungen des CE 40 wurden von seinem Präsidenten, Dr. G. D. Reynolds (Vereinigtes Königreich), wiederum mit der bei ihm üblichen Umsicht und Fachkenntnis vorbildlich geleitet. Das Sekretariat lag in den Händen von M. A. Eggink und C. van Hilten (Niederlande). An den Sitzungen nahmen 47 Delegierte aus 14 Ländern teil (die grösste Delegation mit 8 Delegierten stammte aus den USA); das CES war durch 2 Delegierte vertreten. Entsprechend dem seit einigen Jahren im CE 40 eingeführten Usus wurde die Besprechung der Dokumente wie folgt nach Sachgebieten aufgeteilt:

3. und 4. 10.: Widerstände und Potentiometer
6. 10.: Allgemeine Probleme
7. und 8. 10.: Kondensatoren

Widerstände und Potentiometer

Zu Beginn der Sitzungen wurde der mündlich erstattete Bericht über die Tätigkeit der Arbeitsgruppe 11, Rotational noise of potentiometers, entgegengenommen. Auf Grund der zum Dokument 40(*Secretariat*)227, Method of measurement of rotational noise of potentiometers, eingegangenen Stellungnahmen hat die GT 11 dieses Dokument zurückgezogen und durch die folgenden beiden neuen Dokumente ersetzt: 40(*Secretariat*)238, Method of testing rotational noise of potentiometers, und 40(*Secretariat*)239, Method of testing setting-ability of potentiometers. Da diese beiden neuen Dokumente aber erst kurz vor den Sitzungen verteilt werden konnten und somit den Delegierten keine ausreichende Zeit zum Studium der vorgeschlagenen Methoden gegeben war, wurde auf die Dis-

kussion verzichtet und die Nationalkomitees wurden aufgefordert, allfällige Kritiken baldmöglichst schriftlich einzureichen.

Zum unter der 2-Monate-Regel gelaufenen Dokument 40(*Bureau Central*)280, Modifications au Document 40(*Bureau Central*)247: Résistances fixes à faible dissipation; choix des méthodes d'essai et règles générales, wurde mitgeteilt, dass bisher 16 annehmende Stimmen gegen 1 Ablehnung (UdSSR) eingetroffen seien. Die amerikanische Delegation protestierte dann aber gegen die erfolgte Zirkulation des Dokumentes, da kein amerikanischer Delegierter wegen zu spät erfolgter Einladung an der Zusammenkunft der Redaktionskommission zur redaktionellen Bereinigung habe teilnehmen können und die USA würden deshalb ihre bereits abgegebene Zustimmung zurückziehen und das Dokument ablehnen. Es fand daraufhin eine ziemlich ausgedehnte, hitzig geführte Diskussion über den Arbeitsmodus der Arbeitsgruppen statt, wobei seitens des Sekretariates deutlich gemacht wurde, es sei kaum möglich Redaktionskommissionen mit mehrmonatigen Fristen einzuladen, da sonst die Arbeiten unnötigerweise verzögert würden. Auf Grund der statutarischen Kompetenz wurde schlussendlich vom Vorsitzenden gegen den Protest der amerikanischen Delegation entschieden, das Dokument zum Druck freizugeben.

Die zum Dokument 40(*Secretariat*)224, Colour code for marking three digit resistance values, eingegangenen 12 Länderstellungen zeigten eine deutliche Bevorzugung der Methode A (verbreitertes 5. Band) von den zur Auswahl vorgelegten 3 Methoden. Diese Methode A soll nun nochmals unter der 6-Monate-Regel zur Ratifikation vorgelegt werden.